



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: 197 38 531.1
22 Anmeldetag: 3. 9. 97
43 Offenlegungstag: 5. 3. 98

30 Unionspriorität:

8-234396 04.09.96 JP

71 Anmelder:

Alps Electronic Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:

Klunker und Kollegen, 80797 München

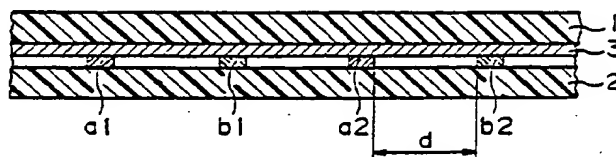
72 Erfinder:

Hashida, Junji, Furukawa, Miyagi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Auf Druck ansprechender Widerstand

57 Offenbart ist ein auf Druck ansprechender Widerstand, bei dem sich der Widerstand zwischen zwei Elektrodenstrukturen (a, b) in Abhängigkeit von einem aufgebrachten Druck verändert, wobei die erwünschten Druckansprecheigenschaften des Widerstands in einfacher Weise erzielbar sind, indem man das Ausmaß der in der Ebene vorhandenen, positionmäßigen Differenz zwischen den beiden Elektrodenstrukturen einstellt. Dieser auf Druck ansprechende Widerstand besitzt zwei isolierende Substrate (1, 2), von denen jenes eine dem anderen Substrat zugewandt gegenüberliegende Oberfläche aufweist und von denen wenigstens eines flach ist, sowie wenigstens einen auf Druck ansprechenden Modul (8), der einen auf Druck ansprechenden Leiter (3) zwischen den isolierenden Substraten (1, 2) mit einem vorbestimmten elektrischen Widerstand in Richtungen entlang der Oberflächen der isolierenden Substrate (1, 2) sowie zwei Elektrodenstrukturen (a, b) aufweist, die sich zwischen wenigstens einem der isolierenden Substrate und dem auf Druck ansprechenden Leiter (3) befinden, wobei die beiden Elektrodenstrukturen (a, b) auf wenigstens einer der einander gegenüberliegenden Oberflächen der beiden isolierenden Substrate (1, 2) derart ausgebildet sind, daß sie einander in der Draufsicht nicht überlappen. Wenn dieser auf Druck ansprechende Widerstand mit Druck beaufschlagt wird, verändern sich die Kontaktwiderstände zwischen den Elektrodenstrukturen (a, b) und dem auf Druck ansprechenden Leiter (3) in ...



Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen auf Druck ansprechenden Widerstand gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 11 und betrifft einen auf Druck ansprechenden Widerstand, der einen druckempfindlichen bzw. auf Druck ansprechenden Leiter aufweist und der Drücke auf der Basis von Kontaktwiderstands-Veränderungen in Abhängigkeit von einem aufgebrachten Druck detektiert.

Bisher werden auf Druck ansprechende Widerstände in verschiedenen Drucksensoren, Tastaturschaltern, automatischen Türschaltern sowie Druckkontaktschaltern häufig verwendet.

Fig. 11 zeigt eine Darstellung eines herkömmlichen, auf Druck ansprechenden Widerstands.

In Fig. 11 bezeichnet das Bezugszeichen 50 eine obere Schicht, 51 bezeichnet eine untere Schicht, 52 bezeichnet eine Ag-Elektrodenstruktur, die auf der unteren Schicht 51 gebildet ist, 53 bezeichnet eine Ag-Elektrodenstruktur, die auf der oberen Schicht 50 derart ausgebildet ist, daß sie der Ag-Elektrodenstruktur 52 gegenüberliegt, und 54 bezeichnet einen auf Druck ansprechenden Leiter, der auf der Ag-Elektrodenstruktur 53 angebracht ist. Dabei sind die untere Schicht 51 und die obere Schicht 50 derart angeordnet, daß die Ag-Elektrodenstruktur 52 mit dem auf Druck ansprechenden Leiter 54 in Kontakt gelangen kann.

Der auf Druck ansprechende Leiter 54 ist mit einem Elastomer gebildet, der ein isolierendes Gummimaterial sowie darin eingemischte leitfähige Partikel aufweist. Wenn der auf Druck ansprechende Leiter 54 mit Druck beaufschlagt wird, werden somit die Abstände zwischen den leitfähigen Partikeln in dem auf Druck ansprechenden Leiter 54 geringer, und der Widerstand des Leiters wird reduziert. Insgesamt zeigt der auf Druck ansprechende Leiter 54 Druckansprecheigenschaften, bei denen der Widerstand bei steigender Druckbeaufschlagung sinkt.

Bei einem solchen herkömmlichen auf Druck ansprechenden Widerstand wird bei Druckbeaufschlagung der oberen Schicht 50 der auf Druck ansprechende Leiter 54 zusammengedrückt, der sich zwischen den beiden Ag-Kontaktierungsstrukturen 52 und 53 befindet. Dabei läßt sich der Widerstand durch die beiden Ag-Kontaktierungsstrukturen 52 und 53 detektieren, und der dem Widerstand entsprechende aufgebrachte Druck läßt sich aus einer grafischen Darstellung ablesen, die die Druckansprech-Charakteristika zeigt.

Bei herkömmlichen, auf Druck ansprechenden Widerständen werden die Druckansprecheigenschaften derselben in Abhängigkeit von dem Material des auf Druck ansprechenden Leiters bestimmt. Wenn nun auf Druck ansprechende Widerstände hergestellt werden sollen, die jeweils verschiedene Druckansprecheigenschaften (Druck-/Widerstands-Charakteristika) aufweisen, müssen die Materialien für deren auf Druck ansprechende Leiter geändert werden. Aufgrund dieser Tatsache ist die Erzielung verschiedener auf Druck ansprechender Widerstände mit unterschiedlichen Druckansprecheigenschaften schwierig.

Ferner ist ein Aufdruckvorgang zur Bildung eines auf Druck ansprechenden Leiters in Anbetracht der Kostenersparnis zwar bevorzugt, jedoch lassen sich erwünschte Druck-/Widerstands-Charakteristika mit einem Druckvorgang kaum erzielen, da die Druck-/Widerstands-Charakteristika des auf Druck ansprechenden Leiters in Abhängigkeit von dessen Dicke variieren.

Ein erstes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines auf Druck ansprechenden Widerstands, dessen erwünschte Druckansprecheigenschaften sich durch geeignete Ausbildung von Elektrodenstrukturen in einfacher Weise erzielen lassen.

Ein zweites Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines auf Druck ansprechenden Widerstands, dessen Druckansprecheigenschaften sich auch durch geeignete Einstellung des Ausmaßes der vorspringenden Bereiche von in dem Widerstand enthaltenen isolierenden Partikeln in einfacher Weise erzielen lassen, d. h. sich unter einer noch weiter vergrößerten Anzahl von Variationen auswählen lassen.

Ein drittes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines auf Druck ansprechenden Widerstands, dessen Herstellungsverfahren sich vereinfachen läßt und dessen Druckansprecheigenschaften in einem frühen Stadium einer Druckbeaufschlagung sich ferner frei wählen lassen.

Ein viertes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines auf Druck ansprechenden Widerstands, der sich in einem vereinfachten Herstellungsverfahren herstellen läßt, wobei sich Unregelmäßigkeiten bei den Druckansprecheigenschaften eindämmen lassen.

Ein fünftes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines auf Druck ansprechenden Widerstands, dessen erwünschte Druckansprecheigenschaften sich durch geeignete Einstellung des Ausmaßes der in der Ebene vorhandenen positionsmäßigen Differenz zwischen den beiden Elektrodenstrukturen erzielen läßt. Ferner sollen diese erwünschten Druckansprecheigenschaften des Widerstands auch durch geeignete Einstellung des Ausmaßes der vorspringenden Bereiche von isolierenden Partikeln erzielbar sein, so daß eine Auswahl unter einer noch größeren Anzahl von Variationen möglich ist. Ferner soll sich der Widerstand in einem vereinfachten Verfahren herstellen lassen.

Ein sechstes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines auf Druck ansprechenden Widerstands, der eine leitfähige Schicht aufweist, die sich durch ein einfaches Verfahren, wie z. B. ein Druckverfahren, bilden läßt.

Ein siebentes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines auf Druck ansprechenden Widerstands, der sich äußerst produktiv bei verminderten Kosten herstellen läßt.

Ein achttes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines auf Druck ansprechenden Widerstands, der eine Schaltfunktion aufweisen kann.

Zusätzlich dazu besteht ein neuntes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines auf Druck ansprechenden Widerstands, der eine Druckverteilung erfassen kann.

Die vorstehend genannten Ziele sind mit der vorliegenden Erfindung erreicht worden, und ein Gesichtspunkt der Erfindung besteht in der Schaffung eines auf Druck ansprechenden Widerstands mit zwei isolierenden Substraten, von denen jedes eine dem anderen Substrat zugewandt gegenüberliegende Oberfläche aufweist und von denen wenigstens eines flexibel ist; und mit wenigstens einem auf Druck ansprechenden Modul, der wenigstens einen auf Druck ansprechenden Leiter zwischen den isolierenden Substraten mit einem vorbestimmten elektrischen Widerstand (Leitfähigkeitswiderstand) in Richtung entlang der Oberflächen der isolierenden Substrate sowie zwei Elektrodenstrukturen aufweist, die auf wenigstens einer der einander gegenüber-

liegenden Oberflächen der beiden isolierenden Substrate derart ausgebildet sind, daß sie einander in der Draufsicht nicht überlappen.

Gemäß diesem Gesichtspunkt lassen sich aufgrund der Tatsache, daß die Druckansprecheigenschaften des Widerstands auf der Basis des Ausmaßes der in der Ebene vorhandenen, positionsmäßigen Differenz zwischen den beiden Elektrodenstrukturen eingestellt werden können, die erwünschten Druckansprecheigenschaften in einfacher Weise durch geeignete Ausbildung der Elektrodenstrukturen in einfacher Weise erzielen, so daß sich das erstgenannte Ziel erreichen läßt.

Ferner kann wenigstens ein auf Druck ansprechender Leiter auf dem isolierenden Substrat gegenüber dem wenigstens eine der Elektrodenstrukturen aufweisenden isolierenden Substrat ausgebildet sein sowie eine leitfähige Basisschicht und aus der leitfähigen Schicht herausragende isolierende Partikel aufweisen.

Auf diese Weise lassen sich die Druckansprecheigenschaften des Widerstands auch durch Einstellen der Menge bzw. des Ausmaßes der vorspringenden Bereiche der isolierenden Partikel sowie durch Einstellen des Ausmaßes der in der Ebene vorhandenen, positionsmäßigen Differenz zwischen den Elektrodenstrukturen erzielen. Somit ist in einfacher Weise eine bemerkenswerte Vergrößerung von möglichen Variationen für die Druckansprecheigenschaften des Widerstands möglich, so daß sich die genannte zweite Zielsetzung erreichen läßt.

Ferner können die beiden Elektrodenstrukturen auf einer der einander gegenüberliegenden Oberflächen der beiden isolierenden Substrate gebildet sein, und jede der beiden Elektrodenstrukturen kann eine leitfähige Schicht sowie aus dieser herausragende isolierende Partikel aufweisen.

Da die beiden Elektrodenstrukturen in diesem Fall auf einem isolierenden Substrat gebildet sind, läßt sich der Herstellungsvorgang im Vergleich zu dem Fall vereinfachen, in dem zwei Elektrodenstrukturen auf zwei isolierenden Substraten eine nach der anderen bzw. in getrennter Weise gebildet werden. Da die Elektrodenstrukturen und der auf Druck ansprechende Leiter ferner isolierende Partikel beinhalten, die von den leitfähigen Schichten als Basis der Strukturen und des Leiters wegstehen, läßt sich die Anzahl von Parametern hinsichtlich der Druckansprecheigenschaften steigern. Insbesondere läßt sich das Ausmaß der Freiheit beim Auswählen der Druckansprecheigenschaften des Widerstands in einem frühen Stadium einer Druckbeaufschlagung steigern, da sich die erwünschten Druckansprecheigenschaften auch durch jeweiliges Einstellen des Ausmaßes der vorspringenden Bereiche der isolierenden Partikel in den Elektrodenstrukturen und dem Leiter erzielen lassen. Dadurch wird die genannte dritte Zielsetzung erreicht.

Ferner können die beiden Elektrodenstrukturen durch ein Druckverfahren gleichzeitig auf einer der einander gegenüberliegenden Oberflächen der isolierenden Substrate gebildet werden.

Auf diese Weise läßt sich das Herstellungsverfahren vereinfachen, da die beiden Elektrodenstrukturen gleichzeitig auf ein isolierendes Substrat aufgedruckt werden. Da das Ausmaß der in der Ebene vorhandenen positionsmäßigen Differenz zwischen den beiden Elektrodenstrukturen durch die Genauigkeit einer beim Druckvorgang verwendeten Maske bestimmt wird und sich während der Montage nicht verändert, lassen sich Unregelmäßigkeiten bei den Druckansprecheigenschaf-

ten zwischen hergestellten Widerständen aufgrund einer Veränderung des Ausmaßes der positionsmäßigen Differenz während der Montage einschränken. Dadurch läßt sich die genannte vierte Zielsetzung erreichen.

Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein auf Druck ansprechender Widerstand geschaffen, mit zwei isolierenden Substraten, von denen jedes eine dem anderen Substrat zugewandt gegenüberliegende Oberfläche aufweist und von denen wenigstens eines flexibel ist; und mit wenigstens einem auf Druck ansprechenden Modul, der ein zwischen den beiden isolierenden Substraten angeordnetes Widerstandselement sowie zwei Elektrodenstrukturen aufweist, die auf einer der einander gegenüberliegenden Oberflächen der beiden isolierenden Substrate derart ausgebildet sind, daß sie einander in der Draufsicht nicht überlappen, wobei jede der Elektrodenstrukturen eine leitfähige Basisschicht sowie aus der Basisschicht herausragende isolierende Partikel aufweist.

Gemäß diesem Gesichtspunkt lassen sich die erwünschten Druckansprecheigenschaften durch geeignetes Einstellen der in der Ebene vorhandenen positionsmäßigen Differenz zwischen den beiden Elektrodenstrukturen sowie auch durch geeignete Einstellung des Ausmaßes der vorspringenden Bereiche der isolierenden Partikel in den Elektrodenstrukturen in einfacher Weise erzielen. Mögliche Variationen der Druckansprecheigenschaften des Widerstands lassen sich somit in einfacher und bemerkenswerter Weise erhöhen. Da ferner die beiden Elektrodenstrukturen auf einem isolierenden Substrat gebildet sind, läßt sich das Herstellungsverfahren im Vergleich zu dem Fall vereinfachen, in dem zwei Elektrodenstrukturen einzeln auf zwei isolierenden Substraten gebildet werden. Damit läßt sich die genannte fünfte Zielsetzung erreichen.

Bei jedem der vorstehend erläuterten Gesichtspunkte können die Durchmesser der isolierenden Partikel vorzugsweise größer sein als die Dicke der leitfähigen Schicht, in die die isolierenden Partikel eingebettet sind.

Auf diese Weise lassen sich erwünschte leitfähige Schichten durch ein einfaches Verfahren bilden, und somit läßt sich die genannte sechste Zielsetzung erreichen.

Ferner läßt sich jede der leitfähigen Schichten vorzugsweise mittels eines Druckvorgangs unter Verwendung eines leitfähigen Farbmateri als bzw. Druckmaterials bilden, in dem isolierende Partikel dispergiert sind.

Auf diese Weise läßt sich der auf Druck ansprechende Widerstand in äußerst produktiver Weise bei reduzierten Kosten herstellen, so daß sich die genannte siebte Zielsetzung erreichen läßt.

Ferner können die beiden isolierenden Substrate vorzugsweise unter Zwischenschaltung eines Abstandselements übereinander angeordnet werden, so daß die beiden Elektrodenstrukturen dem auf Druck ansprechenden Leiter mit einer Beabstandung gegenüberliegen.

Gemäß dieser Ausbildung kann der auf Druck ansprechende Widerstand eine Schaltfunktion aufweisen, womit sich die genannte achte Zielsetzung erreichen läßt.

Ferner kann der auf Druck ansprechende Widerstand vorzugsweise eine Vielzahl von verteilt angeordneten, auf Druck ansprechenden Modulen aufweisen, deren jeder die Elektrodenstrukturen sowie den auf Druck ansprechenden Leiter aufweist.

Auf diese Weise läßt sich der auf Druck ansprechende Widerstand zur Erfassung von Druckverteilungen verwenden, so daß sich die genannte neunte Zielsetzung erreichen läßt.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung und Weiterbildungen der Erfindung werden im folgenden anhand der zeichnerischen Darstellungen mehrerer Ausführungsbeispiele noch näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine Längsschnittansicht des Hauptbereichs des ersten Ausführungsbeispiels gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 ein Äquivalenzschaltungsdiagramm des ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3A und 3B Variationen von Elektrodenstrukturen;

Fig. 4A, 4B, 4C und 4D mikroskopische Darstellungen der Arbeitsweise des auf Druck ansprechenden Widerstands gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 eine graphische Darstellung zur Veranschaulichung des Spalts zwischen den Elektrodenstrukturen auf die Widerstands-/Druckeigenschaften bei dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6 eine Längsschnittansicht des Hauptbereichs eines zweiten Ausführungsbeispiels gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7 eine Draufsicht auf das zweite Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 8 eine Längsschnittansicht des Hauptbereichs eines dritten Ausführungsbeispiels gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 9 eine Längsschnittansicht des Hauptbereichs eines vierten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung;

Fig. 10 ein Äquivalenzschaltungsdiagramm des vierten Ausführungsbeispiels gemäß der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 11 eine schematische Darstellung eines Beispiels eines herkömmlichen auf Druck ansprechenden Widerstands.

Im folgenden werden die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungsfiguren 1 bis 10 beschrieben.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 1

Im folgenden wird das erste Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 5 erläutert.

Bei dem ersten Ausführungsbeispiel werden isolierende Partikel mit größeren Durchmessern in die Elektrodenstrukturen eingemischt, und zwischen den isolierenden Substraten ist kein Abstandselement vorgesehen.

In Fig. 1 bezeichnet das Bezugszeichen 1 eine obere Schicht bzw. Basisschicht (isolierendes Substrat), 2 bezeichnet eine untere Schicht bzw. Basisschicht (isolierendes Substrat), 3 bezeichnet einen auf Druck ansprechenden Leiter (Widerstandselement), a1 und a2 bezeichnen erste Elektrodenstrukturen, b1 und b2 bezeichnen zweite Elektrodenstrukturen und d bezeichnet einen Spalt zwischen einer der ersten Elektrodenstrukturen und der benachbarten zweiten Elektrodenstruktur.

Bei der oberen Schicht 1 handelt es sich um eine isolierende Schicht, die eine Dicke von 75 bis 125 μm besitzt, Flexibilität aufweist und aus PET (Polyethylenterephthalat) oder dergleichen gebildet ist. Auf der unteren Oberfläche dieser oberen Schicht 1 ist der auf Druck ansprechende Leiter 3 flächig aufgedruckt. Die-

ser auf Druck ansprechende Leiter 3 weist eine leitfähige Schicht (Widerstandsschicht) sowie eine große Anzahl isolierender Partikel 4 auf, die von der Oberfläche der leitfähigen Schicht wegstehen, wobei der Leiter einen vorbestimmten Widerstand (ca. 30 bis 100 $\Omega\text{-cm}$ hinsichtlich des spezifischen Widerstands) in Richtungen entlang der Oberfläche des eigentlichen auf Druck ansprechenden Leiters 3 aufweist.

Der auf Druck ansprechende Leiter 3 kann z. B. folgendermaßen gebildet werden: isolierende Glaspartikel 4 mit Durchmessern von 10 bis 12 μm werden zusammen mit einem leitfähigen Material (Widerstandsmaterial), wie z. B. Lampenruß und Kohlengraphit, sowie einem Bindemittel, wie z. B. einem Phenolharz, in ein organisches Lösungsmittel eingemischt, um dadurch ein Farbmateriale zu bilden; dieses Farbmateriale bzw. Druckmaterial wird dann einem Siebdruckvorgang unterzogen, um eine Beschichtung mit einer Dicke von 12 bis 15 μm auf der oberen Schicht 1 zu erzeugen, wonach ein Trocknungsvorgang folgt.

Durch eine solche Trocknungsbehandlung (Wärmebehandlung) verflüchtigt sich das Lösungsmittel, die Beschichtung trocknet dünner auf, und die isolierenden Glaspartikel 4 ragen von der Oberfläche der getrockneten Druckmaterialbeschichtung über Distanzen von 2 bis 5 μm weg. Da die anderen Materialien als die Glaspartikel 4 extrem feiner sind als die Glaspartikel 4, ragen solche Material nicht von der Oberfläche der Beschichtung weg.

Ferner läßt sich der Widerstand (spezifische Widerstand) des auf Druck ansprechenden Leiters 3 in Richtungen entlang seiner Oberfläche in Abhängigkeit von dem Mischungsverhältnis der zugesetzten Materialien einstellen bzw. verstellen. Dabei lassen sich die Druckansprecheigenschaften in Abhängigkeit von dem Spalt d, dem Anteil der isolierenden Partikel 4 (vorzugsweise 5 bis 45 Vol.%) und dem Ausmaß der vorspringenden Bereiche der Partikel einstellen.

Wenn der auf Druck ansprechende Leiter 3 durch mehrere Druckvorgänge gebildet wird und ein isolierende Partikel 4 beinhaltendes Druckmaterial nur in dem abschließenden Druckschritt verwendet wird, läßt sich ferner die Beschichtungsdicke exakt einstellen und über die gesamte Beschichtung regelmäßig ausbilden, und das Ausmaß der vorspringenden Bereiche der isolierenden Partikel 4 läßt sich ebenfalls exakt einstellen. Diese Verfahrensweise läßt sich in solchen Fällen anwenden, in denen die isolierenden Partikel 4 Durchmesser von ca. 2 bis 20 μm aufweisen, obwohl es auch für solche Fälle geeignet ist, in denen die Partikeldurchmesser nur einige wenige μm betragen.

Bei der unteren Schicht 2 kann es sich zwar ebenfalls um eine isolierende Schicht aus PET oder dergleichen handeln, die eine Dicke ähnlich der oberen Schicht 1 aufweist, jedoch braucht sie nicht notwendigerweise flexibel zu sein. In Abhängigkeit von dem Zweck des auf Druck ansprechenden Widerstands kann ein Verstärkungs-Flächenkörper, der härter ist als die untere Schicht 2, wie z. B. ein metallischer Flächenkörper oder ein Kunstharzsubstrat, unter der unteren Schicht 2 angeordnet sein.

Auf der oberen Oberfläche der unteren Schicht 2 sind die ersten Elektrodenstrukturen a1 und a2 sowie die zweiten Elektrodenstrukturen b1 und b2 in regelmäßigen Abständen d ausgebildet. Für die ersten und zweiten Elektrodenstrukturen a und b können dabei verschiedene Formgebungen ins Auge gefaßt werden (wenn die ersten und die zweiten Elektrodenstrukturen

im folgenden nicht als getrennte Strukturen a1, a2, ... bzw. b1, b2, ... betrachtet werden, werden sie oberbegriffsmäßig als erste Elektrodenstruktur a bzw. zweite Elektrodenstruktur b bezeichnet). Sie können z. B. in der in etwa doppelspiraligen Form mit regelmäßiger Beabstandung ausgebildet werden, wie dies in Fig. 3A gezeigt ist. Alternativ hierzu können sie in Form von zwei kammartigen Gebilden ausgebildet werden, die Zähne a1, a2 und a3 bzw. b1, b2 und b3 aufweisen, wie dies in Fig. 3B gezeigt ist. Es ist zwar nicht dargestellt, jedoch können sie auch in der doppelspiraligen Form derart ausgebildet werden, daß die Beabstandung dazwischen nach außen hin breiter wird.

Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird Silber für diese Elektrodenstrukturen a und b verwendet, und der spezifische Widerstand jeder Struktur beträgt z. B. ca. 0,2 bis 2 Ω -cm, wobei dieser Wert extrem geringer ist als der Widerstand des an der oberen Schicht 1 ausgebildeten, auf Druck ansprechenden Leiters 3. Ähnlich wie bei dem auf Druck ansprechenden Leiter 3 ragen isolierende Partikel 4 auch von den Oberflächen der Elektrodenstrukturen a und b in einem Ausmaß von 2 bis 5 μ m weg.

Ähnlich wie bei dem auf Druck ansprechenden Leiter 3 können auch die erste und die zweite Elektrodenstruktur a und b gleichzeitig durch Siebdruck gebildet werden, mit der Ausnahme, daß das zum Drucken der Elektrodenstrukturen a und b verwendete Druckmaterial Silberpulver anstatt von Kohlenruß oder Kohlengraphit enthält. Zur Verhinderung einer Korrosion des Silbers kann das Druckmaterial trotzdem Kohlenstoff in einer Menge enthalten, die die Leitfähigkeit der Elektrodenstrukturen a und b nicht beeinträchtigt. Alternativ hierzu können Antikorrosions-Kohlenstoffstrukturen auf die Silberelektrodenstrukturen aufgedruckt werden, wobei die isolierenden Partikel 4 dann nur in dem Druckmaterial enthalten sind, das zum Aufdrucken der Kohlenstoffstrukturen verwendet wird.

In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel beträgt die Breite jeder Elektrodenstruktur a und b 1,4 mm, und die Druckansprecheigenschaften des Widerstands werden durch Einstellen der Breite des Spalts d eingestellt. Die Breite des Spalts d wird in Abhängigkeit von dem Zweck des auf Druck ansprechenden Widerstands bestimmt, wobei der bevorzugte Wert im Bereich von mm liegt.

Ferner sind bei dem ersten Ausführungsbeispiel die Elektrodenstrukturen a und b zu einem Randbereich der unteren Schicht 2 geführt, und der Widerstandswert wird von dem Randbereich abgegeben, wobei dies jedoch nicht dargestellt ist. Je nach Bedarf ist der Randbereich mit einem Verbinder verbunden.

Die auf diese Weise gebildete untere Schicht 2 und obere Schicht 1 werden derart zusammenlaminiert, daß der auf Druck ansprechende Leiter 3 den Elektrodenstrukturen a und b zugewandt gegenüberliegt, wie dies in Fig. 1 gezeigt ist, wodurch ein auf Druck ansprechender Widerstand gebildet wird.

Wenn Drücke von oberhalb der oberen Schicht 1 her auf den Widerstand aufgebracht werden, verändert sich der Widerstandswert zwischen der ersten und der zweiten Elektrodenstruktur a und b in der in Fig. 5 gezeigten Weise.

Die Äquivalenzschaltung der in Fig. 1 gezeigten Struktur ist in Fig. 2 dargestellt, wobei die Anzahl jeder ersten und zweiten Elektrodenstruktur a- und b zum einfacheren Verständnis auf 2 beschränkt ist.

In Fig. 2 bezeichnet R_{anb_m} den Widerstand (elektri-

schen Widerstand) zwischen den Elektrodenstrukturen a_n und b_m , R_{can} bezeichnet den Kontaktwiderstand zwischen der Elektrodenstruktur a_n und dem auf Druck ansprechenden Leiter, und R_{cbm} bezeichnet den Kontaktwiderstand zwischen der Elektrodenstruktur b_m und dem auf Druck ansprechenden Leiter, wobei im vorliegenden Fall n und m jeweils 1 oder 2 sind. Die elektrischen Widerstandswerte der Elektrodenstrukturen sind in der Äquivalenzschaltung weggelassen, da sie ausreichend niedriger sind als der elektrische Widerstand des auf Druck ansprechenden Leiters.

In der in Fig. 2 dargestellten Äquivalenzschaltung bezeichnen R_{ca1} , R_{cb1} und dergleichen Kontaktwiderstände, wie dies aus Fig. 4 erkennbar ist, wobei sich diese idealerweise in Abhängigkeit von dem aufgetragenen Druck zwischen unendlich und Null verändern. Ferner handelt es sich bei R_{a1b1} um den elektrischen Widerstand des auf Druck ansprechenden Leiters 3 zwischen Elektrodenstrukturen a1 und b1, wobei dieser proportional zu der Breite des Spalts d ist und sich nicht in Abhängigkeit von einem aufgetragenen Druck verändert, wenn die Breite des Spalts d konstant ist. Die Kontaktwiderstände und die elektrischen Widerstände, die in Fig. 2 mit anderen Bezugszeichen bezeichnet sind, besitzen Eigenschaften, die dem elektrischen Widerstand des auf Druck ansprechenden Leiters 3 ähnlich sind. Dabei ändert sich der elektrische Widerstand (Leitungs-widerstand) des auf Druck ansprechenden Leiters 3 auch in Abhängigkeit von seinem spezifischen Widerstand.

Fig. 5 zeigt die Widerstands-/Druck-Charakteristik von Teststücken, bei denen die Dicke des auf Druck ansprechenden Leiters 3 und der Elektrodenstrukturen a und b jeweils 7 bis 10 μ m beträgt, der durchschnittliche Durchmesser der isolierenden Partikel 4 10 bis 12 μ m beträgt, der Gehalt an isolierenden Partikeln (das Volumenverhältnis der Partikel zu den festen Inhaltsstoffen in der Beschichtung) in dem auf Druck ansprechenden Leiter 3 und den Elektrodenstrukturen a und b jeweils 26,2 Vol.-% beträgt, der Schichtwiderstand des auf Druck ansprechenden Leiters 3 mit der vorstehend beschriebenen Dicke 60 $k\Omega$ /Quadrat (dieser Wert entspricht 60 Ω -cm hinsichtlich des spezifischen Widerstands, wenn als Dicke 10 μ m angenommen wird), und die Breite jeder Elektrodenstruktur 1,4 mm beträgt. Die Daten des Teststücks, bei dem die Breite des Spalts d 2,5 mm beträgt, sind durch die Kurve mit schwarzen runden Punkten dargestellt, und die Daten des Teststücks, bei dem die Breite des Spalts 1,5 mm beträgt, sind durch die Kurve mit schwarzen Quadraten dargestellt. Dabei handelt es sich bei der vertikalen Achse um den Widerstand ($k\Omega$) zwischen der ersten Elektrodenstruktur a und der zweiten Elektrodenstruktur b, und die Querachse stellt den auf die obere Schicht 1 aufgetragenen Druck (kgf/cm^2) dar.

Wie aus Fig. 5 erkennbar ist, ist bei gleichen aufgetragenen Druckwerten der Widerstand eines Teststücks mit einer engeren Breite des Spalts d geringer als bei einem Teststück mit einer größeren Breite des Spalts d. Die Differenz im Widerstand ist jedoch tendentiell geringer, wenn der aufgetragene Druck höher ist. Unter der theoretischen Annahme, daß der Druck unendlich ist, beinhaltet die Widerstandsdifferenz des Teststücks nur die Widerstandsdifferenz der auf Druck ansprechenden Leiter 3 zwischen den Elektrodenstrukturen a und b, wenn die Kontaktwiderstände Null betragen.

Bei dem ersten Ausführungsbeispiel wurden die Elektrodenstrukturen a und b mit der doppelspiraligen

Formgebung ausgebildet, wie es in Fig. 3A gezeigt ist, wobei die Größe derselben etwa 25 mm² betrug, und Teststücke gemäß diesen Spezifikationen wurden im Hinblick auf die Widerstands-/Druck-Charakteristik untersucht. Da die spezifischen Widerstände der Elektrodenstrukturen a und b extrem kleiner waren als der Widerstand des auf Druck ansprechenden Leiters 3, war der Einfluß der Größen und der spezifischen Widerstände der Elektrodenstrukturen a und b auf die Druckansprecheigenschaften gering und vernachlässigbar. Mit anderen Worten lassen sich solche Druckansprecheigenschaften als Funktion der Breite des Spalts d betrachten.

Der Mechanismus zur Erzielung der charakteristischen Eigenschaften, wie sie in Fig. 5 gezeigt sind, läßt sich im folgenden unter Bezugnahme auf die Fig. 4A bis 4D erklären, bei denen es sich um vergrößerte Ansichten handelt, die nur eine Elektrodenstruktur a1 von den Elektrodenstrukturen a1, a2, b1 und b2 darstellen. Bei Betrachtung unter dem Mikroskop sind der auf Druck ansprechende Leiter 3 und die Elektrodenstruktur a1 anfangs durch die isolierenden Partikel 4 voneinander getrennt (Fig. 4A). Wenn die obere Schicht 1 von oben mit Druck beaufschlagt wird, gelangen der Leiter 3 und die Struktur a1 allmählich in enge Berührung miteinander, wie dies in den Fig. 4B, 4C und 4D gezeigt ist. Insgesamt wird die Kontaktfläche zwischen der Elektrodenstruktur a1 und dem auf Druck ansprechenden Leiter 3 durch den Druck bzw. die Druckbeaufschlagung vergrößert, und der Kontaktwiderstand wird dadurch vermindert.

Wie vorstehend beschrieben wurde, gelangen bei dem Ausführungsbeispiel 1 (und auch bei den nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispielen 2 und 3), bei dem sich die ersten und die zweiten Elektrodenstrukturen a und b auf derselben Oberfläche befinden, die ersten und zweiten Elektrodenstrukturen a und b in einfacher Weise in flächigen Kontakt mit dem auf Druck ansprechenden Leiter 3. Somit funktionieren die isolierenden Partikel 4 in sicherer Weise, und es ist in vorteilhafter Weise möglich, in einfacher Weise ordentliche (rechnerische) Druckansprecheigenschaften zu erzielen.

Der auf Druck ansprechende Leiter 3 des ersten Ausführungsbeispiels kann selbst in einem unbetätigten Zustand möglicherweise mit den Elektrodenstrukturen a und b in Kontakt gelangen, und aus diesem Grund kann dazwischen ein Abstandselement vorgesehen sein, wie dies im nachfolgenden Ausführungsbeispiel 2 der Fall ist, so daß der auf Druck ansprechende Leiter 3 in unbetätigtem Zustand im wesentlichen von den Elektrodenstrukturen a und b getrennt ist.

Ferner können die Elektrodenstrukturen auch ohne Glaspartikel gebildet werden. In diesem Fall werden die vorstehend beschriebenen Druckansprecheigenschaften ausschließlich durch die isolierenden Partikel erzielt, die von dem auf Druck ansprechenden Leiter wegragen.

Ferner sind die isolierenden Partikel nicht auf Glaspartikel begrenzt, sondern es können auch Keramikpartikel oder dergleichen verwendet werden. Die Durchmesser der isolierenden Partikel werden in Abhängigkeit von den erwünschten Druckansprecheigenschaften bestimmt, wobei jedoch 20 µm oder weniger in Betracht der Eignung für den Druckvorgang bevorzugt ist. Ferner können die Partikel faserförmig, säulenförmig sowie unregelmäßig geformt und auch kugelig ausgebildet sein, wobei jedoch kugelige Partikel bevorzugt sind, da sich das Ausmaß der vorspringenden Bereiche bei solchen Partikeln am einfachsten steuern läßt.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 2

Im folgenden wird das zweite Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 6 und 7 erläutert. Dabei zeigt Fig. 6 eine Längsschnittansicht des Hauptbereichs des zweiten Ausführungsbeispiels und Fig. 7 zeigt eine Draufsicht auf das zweite Ausführungsbeispiel bei entfernter oberer Schicht.

Das zweite Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel in den nachfolgend genannten Punkten. Dabei sind dieselben Komponenten wie die des ersten Ausführungsbeispiels mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, und auf eine ausführliche Darstellung desselben wird verzichtet.

In dem zweiten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei jeder ersten Elektrodenstruktur a (a1, a2 und a3) und jeder zweiten Elektrodenstruktur b (b1, b2 und b3) um einen auf Druck ansprechenden Leiter mit einem spezifischen Widerstand in Richtungen entlang seiner Oberfläche (Struktur), wobei der Leiter von der Oberfläche wegragende isolierende Partikel 4 enthält (nicht gezeigt). Ferner befinden sich die Elektrodenstrukturen a und b in einer Öffnung 7 eines Abstandshalters 6, wobei sie einem auf Druck ansprechenden Leiter 3 gegenüberliegen, der an der unteren Oberfläche einer oberen Schicht 1 ausgebildet ist.

Genauer gesagt werden bei dem zweiten Ausführungsbeispiel auf Druck ansprechende Leiter, die nahezu dieselben spezifischen Widerstände wie der auf die obere Schicht 1 aufgedruckte, auf Druck ansprechende Leiter 3 besitzen, für die Elektrodenstrukturen a und b verwendet, die gleichzeitig durch Drucken auf der unteren Schicht 2 gebildet werden.

Fünf Sätze von Elektrodenstrukturen a und b und der auf Druck ansprechende Leiter 3 sind in einer Ebene derart verteilt angeordnet, daß die Elektrodenstrukturen dem entsprechenden, auf Druck ansprechenden Leiter gegenüberliegen. Auf diese Weise sind in dem auf Druck ansprechenden Widerstand fünf auf Druck ansprechende Module 8 gebildet, wobei der Widerstand die Druckverteilung detektieren kann.

Die ersten Elektrodenstrukturen a der fünf auf Druck ansprechenden Module 8 sind mit einer gemeinsamen Verdrahtungsstruktur 9 verbunden, und die zweiten Elektrodenstrukturen b sind jeweils mit einzelnen Verdrahtungsstrukturen 10 verbunden. Die insgesamt sechs Verdrahtungsstrukturen 9 und 10 sind zu einem Ausgangsbereich bzw. Verbinderbereich 11 geführt. Die Verdrahtungsstrukturen 9 und 10 können durch gleichzeitiges Drucken derselben zusammen mit den Elektrodenstrukturen a und b gebildet werden.

Ferner ist ein Abstandselement 6 mit fünf Öffnungen 7, die jeweils den auf Druck ansprechenden Modulen 8 entsprechen, zwischen der oberen Schicht und der unteren Schicht 2 angeordnet. In jeder Öffnung 7 des Abstandselements 6 (d. h. bei jedem auf Druck ansprechenden Modul 8) ist ein auf Druck ansprechender Leiter 3 in einem unbetätigten Zustand sicher von den Elektrodenstrukturen a und b getrennt sowie diesen Elektrodenstrukturen gegenüberliegend angeordnet.

Bei dem Abstandselement 6 kann es sich um eine flexible isolierende Schicht aus PET oder dergleichen handeln, und er kann eine Dicke von 50 bis 100 µm aufweisen. Alternativ hierzu kann es sich um eine Resist-Schicht handeln, die durch Aufdrucken auf der oberen Schicht 1 und/oder der unteren Schicht 2 gebildet ist und eine Dicke von ca. 10 bis 50 µm aufweisen kann. Bei

der Ausbildung einer Isolierschicht werden die obere Schicht, die Isolierschicht und die untere Schicht zu einem Laminat ausgebildet, wofür nicht dargestellter Klebstoff oder doppelseitiges Klebeband verwendet wird. Bei Ausbildung einer Resistenschicht werden die obere Schicht 1 und die untere Schicht 2 ebenfalls durch nicht dargestellte Mittel, wie Klebstoff oder doppelseitiges Klebeband, in Form eines Laminats ausgebildet.

Jeder auf Druck ansprechende Leiter 3 ist auf der oberen Schicht 1 durch flächiges Aufdrucken gebildet, und er besitzt eine Größe, die größer ist als die Gesamtfläche der entsprechenden Elektrodenstrukturen a und b, jedoch innerhalb der Größe der entsprechenden Öffnung 7 des Abstandselements 6 liegt. Die Haftung zwischen der oberen Schicht 1 und dem Abstandselement 6 läßt sich dadurch steigern, und ferner läßt sich selbst bei Aufbringung eines unerwünschten Drucks verhindern, daß die auf Druck ansprechenden Leiter 3 durch Klebstoff oder dergleichen einer Zugbeanspruchung ausgesetzt werden und sich diese dadurch von der oberen Schicht 1 abschälen. In Anbetracht der Tatsache, daß die nicht gezeigten, isolierenden Partikel 4 von der Oberfläche der auf Druck ansprechenden Leiter 3 wegragen ist der Haftungserhöhungseffekt noch ausgeprägter.

Die übrigen Merkmale des zweiten Ausführungsbeispiels sind im Grunde dieselben wie die des ersten Ausführungsbeispiels.

Genauer gesagt sind die Dicken sowie die Materialien der auf Druck ansprechenden Leiter (einschließlich der Leiter), die die Materialien der Elektrodenstrukturen bilden) dieselben wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel. Ferner sind zwar die Materialien der Elektrodenstrukturen a und b dieselben wie bei den auf Druck ansprechenden Leitern 3, so daß sie von denen des ersten Ausführungsbeispiels verschieden sind, jedoch sind die Größe und die Dicke derselben genauso wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel. Ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel und entsprechend den Darstellungen in den Fig. 4A bis 4D treten auch bei dem zweiten Ausführungsbeispiel die isolierenden Partikel 4 bei Aufbringung eines Drucks zu Beginn miteinander in Berührung, wonach die Kontaktflächen zwischen den Elektrodenstrukturen a oder b und den auf Druck ansprechenden Leitern 3 allmählich größer werden, wie dies in Fig. 4D gezeigt ist. Ferner werden die Widerstände zwischen der gemeinsamen Verschaltungsstruktur 9 und den einzelnen Verschaltungsstrukturen 10 bei steigendem aufgebrachtem Druck geringer.

Bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen 1 und 2 besitzt jeder auf Druck ansprechende Widerstand zwei isolierende Substrate 1 und 2, die unter Zwischenschaltung eines auf Druck ansprechenden Leiters (Widerstandselements) 3, welche von der Leiteroberfläche wegragende isolierende Partikel 4 beinhalten, einander gegenüberliegend angeordnet sind, wobei wenigstens eines der isolierenden Substrate flexibel ist, und ferner besitzt der Widerstand zwei Elektrodenstrukturen a und b, die auf einer der einander gegenüberliegenden Oberflächen der isolierenden Substrate 1 und 2 derart ausgebildet sind, daß sie einander in der Draufsicht nicht überlappen, wobei jede der Elektrodenstrukturen a und b eine leitfähige Basisschicht und von dieser leitfähigen Basisschicht wegragende isolierende Partikel 4 aufweist. Aufgrund einer solchen Konstruktion läßt sich die erwünschte Druckansprechbarkeit des auf Druck ansprechenden Widerstands in einfacher Weise nicht nur durch Einstellen des Ausmaßes der in der Ebene vorhandenen positionsmäßigen Diffe-

renz (Spalt d) zwischen den beiden Elektrodenstrukturen a und b einstellen, sondern auch durch Einstellen des Ausmaßes der vorspringenden Bereiche der isolierenden Partikel 4, die von dem auf Druck ansprechenden Leiter 3 oder den Elektrodenstrukturen a und b wegragen. Somit ist eine beträchtliche Steigerung der möglichen Variationen hinsichtlich der Druckansprechbarkeit möglich. Da beide Elektrodenstrukturen a und b auf demselben isolierenden Substrat ausgebildet sind, läßt sich ferner der Herstellungsvorgang im Vergleich zu dem Fall vereinfachen, in dem die Elektrodenstrukturen auf beiden Substraten eine nach der anderen bzw. in getrennter Weise ausgebildet sind.

Da beide Elektrodenstrukturen a und b durch Drucken gleichzeitig auf dem einen isolierenden Substrat 2 gebildet werden, wird ferner das Ausmaß der in der Ebene vorhandenen, positionsmäßigen Differenz (Spalt d) zwischen den beiden Elektrodenstrukturen a und b in Abhängigkeit von der Genauigkeit der für den Druckvorgang verwendeten Maske bestimmt. In einem solchen Fall, in dem die Elektrodenstrukturen a und b auf verschiedenen isolierenden Substraten 1 bzw. 2 gebildet werden und die isolierenden Substrate 1 und 2 dann zusammenlaminiert werden, wie dies bei dem noch zu beschreibenden vierten Ausführungsbeispiel der Fall ist, weicht das Ausmaß der in der Ebene vorhandenen, positionsmäßigen Differenz (Spalt d) im Verlauf des Laminierungsvorgangs bzw. Montagevorgangs von einem erwünschten Niveau ab, und als Ergebnis hiervon besitzen die hergestellten, auf Druck ansprechenden Widerstände unregelmäßige Druckansprechbarkeiten. Im Gegensatz dazu können in dem Fall, in dem die Elektrodenstrukturen gleichzeitig auf dem einen Substrat ausgebildet werden, wie dies bei den vorstehenden Ausführungsbeispielen 1 und 2 der Fall ist, Unregelmäßigkeiten bei den Druckansprechbarkeiten aufgrund von Abweichungen in dem Ausmaß der in der Ebene auftretenden, positionsmäßigen Differenz selbst dann begrenzt werden, wenn eine große Anzahl von auf Druck ansprechenden Widerständen hergestellt wird.

Da ferner bei dem zweiten Ausführungsbeispiel die beiden isolierenden Substrate 1 und 2 mit einer Beabstandung zusammenlaminiert werden, kann der auf Druck ansprechende Widerstand ferner eine Schaltfunktion aufweisen, um dadurch zu überwachen, ob eine vorbestimmte Belastung aufgebracht wird oder nicht.

Da ferner eine Mehrzahl von auf Druck ansprechenden Modulen 8, die Elektrodenstrukturen a und b beinhalten, verteilt angeordnet ist, kann der auf Druck ansprechende Widerstand gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel Druckverteilungen erfassen.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 3

Im folgenden wird ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 8 erläutert, in der eine Längsschnittansicht des Hauptbereichs des dritten Ausführungsbeispiels dargestellt ist. Dabei werden dieselben Komponenten wie die des zweiten Ausführungsbeispiels mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, und auf eine ausführliche Beschreibung derselben wird verzichtet.

Der auf Druck ansprechende Widerstand des dritten Ausführungsbeispiels unterscheidet sich von dem des zweiten Ausführungsbeispiels dadurch, daß er anstatt des auf Druck ansprechenden Leiters 3 ein Widerstandselement 12 auf der oberen Schicht 1 aufweist, wobei das Widerstandselement ein normales gedrucktes Wider-

standselement ohne große isolierende Partikel ist.

Ähnlich dem vorstehend beschriebenen zweiten Ausführungsbeispiel besitzen auch bei dem dritten Ausführungsbeispiel die eigentlichen Elektrodenstrukturen a und b einen vorbestimmten Widerstand in Richtungen entlang ihrer Oberflächen, und sie beinhalten von ihren Oberflächen wegragende isolierende Partikel 4. Aufgrund des Vorhandenseins der isolierenden Partikel 4 (nicht gezeigt), lassen sich die Berührungsbedingungen (der Kontaktwiderstand) zwischen den Elektroden und dem Widerstandselement 12 in Abhängigkeit von dem aufgetragenen Druck verändern, und es lassen sich erwünschte Druckansprecheigenschaften erzielen. Dabei sind die ersten Elektrodenstrukturen a (a1, a2 und a3) sowie die zweiten Elektrodenstrukturen b (b1, b2 und b3) auf der unteren Schicht 2 gleichzeitig durch Aufdrucken gebildet.

Das an der oberen Schicht 1 gebildete Widerstandselement 12 besitzt eine Dicke von 7 bis 10 μm sowie einen spezifischen Widerstand, der in Abhängigkeit von den erwünschten Druckansprecheigenschaften bestimmt wird, wobei jedoch normale Werte für gedruckte Widerstandselemente im Bereich von etwa 40 bis 100 $\Omega\text{-cm}$ liegen.

Die spezifischen Widerstände der Elektrodenstrukturen a und b in den Richtungen entlang ihrer Oberflächen brauchen dem spezifischen Widerstand des an der oberen Schicht 1 ausgebildeten Widerstandselements nicht ähnlich zu sein. Zum Beispiel kann es sich bei den Elektrodenstrukturen a und b um Silberstrukturen mit spezifischen Widerständen handeln, die extrem geringer sind als der Widerstand des Widerstandselements 12, wobei die Elektrodenstrukturen isolierende Partikel beinhalten können, die von den Oberflächen der Silberstrukturen wegragen, wie dies bei dem ersten Ausführungsbeispiel der Fall ist.

Ähnlich wie bei dem zweiten Ausführungsbeispiel ist auch bei dem dritten Ausführungsbeispiel ein Abstandselement 6 vorhanden.

Bei dem dritten Ausführungsbeispiel lassen sich ähnliche Wirkungen wie bei dem zweiten Ausführungsbeispiel erzielen, wobei jedoch mögliche Variationen hinsichtlich der Druckansprecheigenschaften im Vergleich zu den Ausführungsbeispielen 1 und 2 eingeschränkt sind, da das Widerstandselement 12 keine isolierenden Partikel enthält. Eine solche Einschränkung spielt für die praktische Verwendung keine Rolle, da die erwünschten Druckansprecheigenschaften sich in zufriedenstellender Weise erzielen lassen, indem man das Ausmaß der vorspringenden Bereiche oder den Gehalt der isolierenden Partikel 4 einstellt, die in den Elektrodenstrukturen a und b enthalten sind.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 4

Im folgenden wird ein viertes Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 9 und 10 erläutert, wobei Fig. 9 eine Längsschnittansicht des Hauptbereichs des vierten Ausführungsbeispiels zeigt und Fig. 10 ein Äquivalenz-Schaltungsdiagramm des vierten Ausführungsbeispiels zeigt. Dabei sind wiederum Komponenten, die denen der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele entsprechen, mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, wobei auf eine ausführliche Beschreibung derselben verzichtet wird.

In dem vierten Ausführungsbeispiel sind Elektrodenstrukturen a und b auf einer oberen Schicht 1 bzw. einer

unteren Schicht 2 derart ausgebildet, daß sie einander in der Draufsicht nicht überlappen, und ein auf Druck ansprechender Leiter 3 ist auf einer der Elektrodenstrukturen a und b ausgebildet. Ferner ist ein nicht dargestelltes Abstandselement 6 auch bei dem auf Druck ansprechenden Widerstand des vierten Ausführungsbeispiels vorgesehen.

Der wichtigste und prägnanteste Unterschied zwischen dem Ausführungsbeispiel 4 und den anderen vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen besteht darin, daß der auf Druck ansprechende Widerstand des vierten Ausführungsbeispiels einen Satz von Elektrodenstrukturen a1, a2 und a3 sowie einen Satz von Elektrodenstrukturen b1, b2 und b3 aufweist, die auf der oberen Schicht 1 bzw. der unteren Schicht 2 ausgebildet sind, wobei beide Sätze von Elektrodenstrukturen a1 bis a3 und b1 bis b3 durch Drucken unter Verwendung von Silber derart ausgebildet sind, daß sie einander in der Draufsicht nicht überlappen, wobei sie in Form eines Paares kammartiger Gabeln oder Spiralen vorliegen.

Die Elektrodenstrukturen (Silberstrukturen) a1 bis a3, die auf der unteren Schicht 2 ausgebildet sind, sind mit denen des ersten Ausführungsbeispiels identisch. Genauer gesagt beträgt die jeweilige Dicke 7 bis 10 μm , und isolierende Partikel 4 (nicht dargestellt) ragen von den Oberflächen weg. Die spezifischen Widerstände sind ebenfalls dieselben wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel, und für Antikorrosionszwecke kann Kohlenstoff zugesetzt sein.

Die Elektrodenstrukturen b1 bis b3 (die zweiten Elektrodenstrukturen), die an der oberen Schicht 1 ausgebildet sind, unterscheiden sich von den auf der unteren Schicht 2 ausgebildeten Elektrodenstrukturen a1 bis a3 (erste Elektrodenstrukturen) lediglich darin, daß sie keinen isolierenden Partikel enthalten. Die Hinzufügung von isolierenden Partikeln zu den Elektrodenstrukturen b1 bis b3, die an der oberen Schicht 1 ausgebildet sind, ist deswegen nicht von Bedeutung, weil der auf Druck ansprechende Leiter 3 auf die Elektrodenstrukturen b1 bis b3 aufgedruckt ist.

Der auf Druck ansprechende Leiter 3 ist durch flächiges Aufdrucken derart gebildet, daß er die Elektrodenstrukturen b1 bis b3 auf der oberen Schicht 1 überdeckt, und er besitzt dieselben Merkmale, wie der auf Druck ansprechende Leiter des ersten Ausführungsbeispiels. Genauer gesagt besitzt der auf Druck ansprechende Leiter 3 eine Dicke von 7 bis 10 μm sowie einen spezifischen Widerstand von etwa 60 $\Omega\text{-cm}$. Was das Ausbildungsverfahren anbelangt, so werden Silberstrukturen aufgedruckt und trocknen gelassen und sodann in derselben Weise wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel zu zweiten Elektrodenstrukturen b1 bis b3 verarbeitet.

Wie aus der Tatsache erkennbar ist, daß ein solches Herstellungsverfahren verwendet wird, besitzt der auf Druck ansprechende Leiter 3 aufgrund des Vorhandenseins der Elektrodenstrukturen b1 bis b3 tatsächlich eine Oberflächenunregelmäßigkeit, obwohl er in Fig. 9 derart gezeichnet ist, als ob er eine ebene Oberfläche hätte. Genauer gesagt sind die auf den Elektrodenstrukturen b1 bis b3 angeordneten Bereiche im Vergleich zu den direkt auf der oberen Schicht 1 ausgebildeten Bereichen vorstehend ausgebildet. Ferner sind die ersten Elektrodenstrukturen a1 bis a3 auf der unteren Schicht 2 derart angeordnet, daß die den nicht-vorstehenden Bereichen zwischen den vorstehenden Bereichen des auf Druck ansprechenden Leiters 3 gegenüberliegen. Gemäß dieser Ausbildung können die Randbereiche der ersten Elektrodenstrukturen a1 bis a3 in einfacherer

Weise mit dem auf Druck ansprechenden Leiter 3 in Berührung kommen als die oberen Oberflächen der Elektrodenstrukturen. Als Ergebnis hiervon können bei Aufbringung eines Drucks und bei Berührung der ersten Elektrodenstrukturen mit dem auf Druck ansprechenden Leiter 3 die isolierenden Partikel 4 in unzulänglicher Weise funktionieren, und möglicherweise lassen sich saubere Druckansprecheigenschaften, wie sie in Fig. 5 gezeigt sind, nur selten erzielen.

Solche Probleme lassen sich jedoch lösen, indem man eine Widerstandsschicht bzw. eine Zwischenschicht zwischen den zweiten Elektrodenstrukturen b1 bis b3 und dem auf Druck ansprechenden Leiter 3 ausbildet. Die Zwischenschicht wird durch Aufdrucken ohne isolierende Partikel 4 gebildet, besitzt eine Dicke von 10 bis 20 μm und macht die Oberfläche des auf Druck ansprechenden Leiters 3 ebener, so daß sich saubere Druckansprecheigenschaften erzielen lassen. In diesem Fall liegen die spezifischen Widerstände sowohl des auf Druck ansprechenden Leiters 3 als auch der Zwischenschicht vorzugsweise im Bereich von 180 bis 200 $\Omega\text{-cm}$.

In Fig. 10, die die Äquivalenzschaltung des auf Druck ansprechenden Widerstands des vierten Ausführungsbeispiels zeigt, bezeichnet R_{abm} den elektrischen Widerstand des auf Druck ansprechenden Leiters 3 zwischen den Elektrodenstrukturen a_n und b_m und R_{can} bezeichnet den Kontaktwiderstand zwischen der Elektrodenstruktur a_n und dem auf Druck ansprechenden Leiter 3, wobei im vorliegenden Fall n und m jeweils 1, 2 oder 3 betragen.

Dabei sind die elektrischen Widerstände der Elektrodenstrukturen in dem Äquivalenz-Schaltungsdiagramm der Fig. 10 nicht dargestellt (sie werden als 0 Ω betrachtet), da sie ausreichend geringer sind als der Widerstand des auf Druck ansprechenden Leiters 3. Strenger gesehen sind elektrische Widerstände auch zwischen der Elektrodenstruktur a1 und der Elektrodenstruktur b2 sowie zwischen der Elektrodenstruktur a1 und der Elektrodenstruktur b3 vorhanden. Die Elektrodenstrukturen b1, b2 und b3 besitzen jedoch extrem niedrige spezifische Widerstände und sind im wesentlichen leitfähig verbunden. Was die Elektrodenstruktur a1 anbelangt, ist es somit ausreichend, den elektrischen Widerstand zwischen der Elektrodenstruktur a1 und der am nächsten bei der Elektrodenstruktur a1 befindlichen Elektrodenstruktur b1 zu berücksichtigen, und die elektrischen Widerstände zwischen den Elektrodenstrukturen a1 und b2 sowie zwischen a1 und b3 sind zur Vereinfachung der Darstellung unberücksichtigt geblieben. Mit anderen Worten heißt dies, wenn die spezifischen Widerstände der Elektrodenstrukturen extrem geringer sind als der Widerstand des auf Druck ansprechenden Leiters, so daß diese vernachlässigbar sind, entspricht der gesamte elektrische Widerstand zwischen einer Elektrodenstruktur und den gegenüberliegenden Elektrodenstrukturen im wesentlichen dem elektrischen Widerstand zwischen der Elektrodenstruktur und der am nächsten bei dieser befindlichen, gegenüberliegenden Elektrodenstruktur. Somit kann der gesamte elektrische Widerstand zwischen der Elektrodenstruktur a1 und den Elektrodenstrukturen b1, b2 und b3 als elektrischer Widerstand zwischen den Elektrodenstrukturen a1 und b1 betrachtet werden. In ähnlicher Weise können die elektrischen Widerstände zwischen den Elektrodenstrukturen a2 und b2 sowie zwischen a3 und b1 vernachlässigt werden, und diese sind in dem Äquivalenz-Schaltungsdiagramm nicht dargestellt.

Auch bei dem auf Druck ansprechenden Widerstand

des vierten Ausführungsbeispiels wird der Kontaktwiderstand zwischen dem auf Druck ansprechenden Leiter 3 und jeder der Elektrodenstrukturen a1 bis a3 bei einer Erhöhung des auf die obere Schicht 1 ausgeübten Drucks geringer, und der Widerstand (Rout) zwischen den Elektrodenstrukturen a und b wird ebenfalls allmählich geringer. Wenn die aufgebrachten Drücke dieselben sind, ist der Widerstand (Rout) eines auf Druck ansprechenden Widerstands mit engeren Spaltabständen d geringer als der Widerstand eines auf Druck ansprechenden Widerstands mit breiteren Spaltabständen d , obwohl die Differenz im Widerstand ähnlich wie bei dem in Fig. 5 gezeigten Fall mit Erhöhung des aufgebrachten Drucks abnimmt.

Die isolierenden Partikel 4 in den ersten Elektrodenstrukturen (Silberstrukturen) a1 bis a3 auf der unteren Schicht 2 brauchen nicht von den Oberflächen derselben vorzustehen, wobei sich die erwünschten Druckansprecheigenschaften auf der Grundlage der isolierenden Partikel 4 erzielen lassen, die in dem auf Druck ansprechenden Leiter 3 an der oberen Schicht 1 enthalten sind und von diesem wegtragen.

Ferner kann ein auf Druck ansprechender Leiter 3 ähnlich dem Leiter an der oberen Schicht 1 auch auf den ersten Elektrodenstrukturen a1 bis a3 auf der unteren Schicht 2 vorgesehen sein.

Bei jedem der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele können die Strukturen auf der oberen Schicht 1 und der unteren Schicht 2 miteinander ausgetauscht werden.

Ferner ist der auf Druck ansprechende Leiter nicht auf die vorstehend veranschaulichten Typen begrenzt. Zum Beispiel kann er mit einem isolierenden Elastomer, wie z. B. Silikongummi oder Butylgummi, ausgebildet sein, und eine große Menge leitfähiger Partikel, wie z. B. Metall oder Kohlenstoff, kann darin derart dispergiert sein, daß sich ein vorbestimmter Widerstand dem nicht mit Druck beaufschlagten Zustand in Richtungen entlang seiner Oberfläche ergibt, wobei der Kontaktierungszustand (Kontaktwiderstand) zwischen dem auf diese Weise gebildeten, auf Druck ansprechenden Leiter-Elastomer (Gummi) und den Elektrodenstrukturen in Abhängigkeit von der Aufbringung von Druck zur Veränderung gebracht wird. Zusätzlich zu der Veränderung des Kontaktwiderstands ändert sich in diesem Fall auch der Widerstand des auf Druck ansprechenden Leiter-Elastomers in Richtung seiner Dicke, und die Widerstände zwischen den Elektrodenstrukturen werden ebenfalls bei Anstieg des aufgebrachten Drucks geringer.

VORTEILE DER VORSTEHEND ERLÄUTERTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Bei jedem der vorstehend erläuterten Ausführungsbeispiele 1, 2 und 4 besitzt der auf Druck ansprechende Widerstand zwei einander gegenüberliegend angeordnete, isolierende Substrate 1 und 2, wenigstens einen auf Druck ansprechenden Leiter 3, der zwischen den isolierenden Substraten 1 und 2 angeordnet ist und einen vorbestimmten Widerstand in Richtungen entlang der Oberflächen der isolierenden Substrate aufweist, sowie wenigstens zwei Elektrodensubstrate a und b, die auf wenigstens einer der einander gegenüberliegenden Oberflächen der isolierenden Substrate 1 und 2 derart ausgebildet sind, daß sie einander in der Draufsicht nicht überlappen. Gemäß dieser Ausbildung lassen sich die Druckerfassungseigenschaften des Widerstands da-

durch einstellen, daß man das Ausmaß der in der Ebene vorhandenen, positionsmäßigen Differenz (Spalt d) zwischen den Elektrodenstrukturen a und b einstellt, das heißt, die gewünschten Druckansprecheigenschaften lassen sich durch geeignete Ausbildung der Elektrodenstrukturen a und b in einfacher Weise erzielen.

Ferner ist bei jedem der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele 1, 2 und 4 wenigstens das eine der isolierenden Substrate 1 und 2 flexibel, wenigstens ein auf Druck ansprechender Leiter 3 ist auf wenigstens einem der isolierenden Substrate 1 und 2 ausgebildet, wobei das wenigstens eine isolierende Substrat 1 oder 2 dem anderen isolierenden Substrat gegenüberliegt, auf dem die Elektrodenstrukturen a und b ausgebildet sind, und der auf Druck ansprechende Leiter 3 weist eine leitfähige Basisschicht sowie isolierende Partikel 4 auf, die von der leitfähigen Schicht wegragen. Gemäß dieser Ausbildung lassen sich die Druckansprecheigenschaften des auf Druck ansprechenden Widerstands nicht nur durch Einstellen des Ausmaßes der in der Ebenen vorhandenen, positionsmäßigen Differenz (Spalt d) zwischen den Elektrodenstrukturen a und b einstellen, sondern auch durch Einstellen des Ausmaßes bzw. der Distanz der vorspringenden Bereiche der isolierenden Partikel 4. Die möglichen Variationen hinsichtlich der Druckansprecheigenschaften lassen sich somit in einfacher und bemerkenswerter Weise steigern.

Ferner sind bei jedem der Ausführungsbeispiele 1 und 2 beide Elektrodenstrukturen a und b auf einer der einander gegenüberliegenden Oberfläche der isolierenden Substrate 1 und 2 gebildet, und jede der Elektrodenstrukturen weist eine leitfähige Schicht sowie von der Oberfläche der Schicht ragende, isolierende Partikel 4 auf. Gemäß dieser Konstruktion läßt sich der Herstellungsvorgang im Vergleich zu solchen Fällen vereinfachen, in denen Elektrodenstrukturen auf beiden isolierenden Substraten 1 und 2 eine nach der anderen gebildet werden. Da die Elektrodenstrukturen a und b und der auf Druck ansprechende Leiter 3 ferner isolierende Partikel 4 beinhalten, die von den leitfähigen Schichten als Basis für die Elektrodenstrukturen und den Leiter wegragen, läßt sich die Anzahl der Parameter steigern, welche die Druckansprecheigenschaften betreffen. Insbesondere läßt sich das Ausmaß der Freiheit bei der Auswahl der Druckansprecheigenschaften des Widerstands in einem frühen Stadium einer Druckaufbringung erhöhen, da die erwünschten Druckansprecheigenschaften auch durch jeweiliges Einstellen der Mengen bzw. des Ausmaßes der vorspringenden Bereiche der isolierenden Partikel in den Elektrodenstrukturen und dem Leiter erzielt werden können.

Ferner sind bei den Ausführungsbeispielen 1 und 3 jeweils die beiden Elektrodenstrukturen a und b gleichzeitig auf einer der einander gegenüberliegenden Oberflächen der isolierenden Substrate 1 und 2 gebildet, und das Ausmaß der in der Ebene vorhandenen, positionsmäßigen Differenz (Spalt d) zwischen den beiden Elektrodenstrukturen a und b wird z. B. in Abhängigkeit von der Genauigkeit der für den Druckvorgang verwendeten Maske bestimmt. Das Ausmaß der in der Ebene vorhandenen positionsmäßigen Differenz (Spalt d) wird somit während der Montage des Widerstands nicht verändert, und eine Abweichung in den Druckansprecheigenschaften bei verschiedenen hergestellten, auf Druck ansprechenden Widerständen läßt sich begrenzen.

Ferner ist bei dem dritten Ausführungsbeispiel ein Widerstandselement 12 auf dem flexiblen isolierenden Substrat 1 ausgebildet, wobei das Widerstandselement

12 den beiden Elektrodenstrukturen a und b gegenüberliegt, die auf dem isolierenden Substrat 2 derart ausgebildet sind, daß sie einander in der Draufsicht nicht überlappen, wobei die Elektrodenstrukturen a und b isolierende Partikel 4 enthalten, die von ihren Oberflächen wegragen. Gemäß dieser Ausbildung lassen sich die Druckansprecheigenschaften des auf Druck ansprechenden Widerstands auf der Grundlage des Zustands der isolierenden Partikel sowie des Ausmaßes der positionsmäßigen Differenz (d) zwischen den Elektrodenstrukturen a und b einstellen, so daß sich der Vorgang zum Herstellen der Elektrodenstrukturen a und b vereinfachen läßt.

Bei jedem der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele sind ferner die Durchmesser der isolierenden Partikel 4 größer als die Dicke der leitfähigen Schicht, in die die isolierenden Partikel 4 eingebettet sind, wobei jede leitfähige Schicht durch einen Druckvorgang gebildet ist. Da somit jede leitfähige Schicht in einem einfachen Verfahren, wie z. B. Drucken, gebildet werden kann, läßt sich die Produktivität zur Herstellung der auf Druck ansprechenden Widerstände verbessern.

Patentansprüche

1. Auf Druck ansprechender Widerstand mit zwei isolierenden Substraten (1, 2), von denen jedes eine dem anderen Substrat zugewandt gegenüberliegende Oberfläche aufweist und von denen wenigstens eines flexibel ist; und mit wenigstens einem auf Druck ansprechenden Modul (8), der einen auf Druck ansprechenden Leiter (3) zwischen den isolierenden Substraten (1, 2) und mit einem vorbestimmten elektrischen Widerstand in Richtung entlang der Oberflächen der isolierenden Substrate (1, 2) sowie zwei Elektrodenstrukturen (a, b) aufweist, die sich zwischen wenigstens einem der isolierenden Substrate (1, 2) und dem auf Druck ansprechenden Leiter (3) befinden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Elektrodenstrukturen (a, b) auf wenigstens einer der einander gegenüberliegenden Oberflächen der beiden isolierenden Substrate (1, 2) derart ausgebildet sind, daß sie einander in der Draufsicht nicht überlappen.

2. Widerstand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Elektrodenstrukturen (a, b) auf den einander gegenüberliegenden Oberflächen der isolierenden Substrate (1, 2) in voneinander getrennter Weise gebildet sind, daß der auf Druck ansprechende Leiter (3) auf wenigstens einem der beiden isolierenden Substrate (1, 2) gebildet ist, auf denen die Elektrodenstrukturen (a, b) ausgebildet sind, und daß der auf Druck ansprechende Leiter (3) eine leitfähige Basisschicht sowie von der Basisschicht wegragende, isolierende Partikel (4) aufweist.

3. Widerstand nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Durchmesser der isolierenden Partikel (4) größer sind als die Dicke der leitfähigen Schicht, in die die isolierenden Partikel (4) eingebettet sind.

4. Widerstand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Elektrodenstrukturen (a, b) auf der gegenüberliegenden Oberfläche von einem der beiden isolierenden Substrate (1, 2) gebildet sind, daß der auf Druck ansprechende Leiter auf der gegenüberliegenden Oberfläche des anderen isolierenden Substrats gebildet ist, und daß der auf

Druck ansprechende Leiter (3) eine leitfähige Basisschicht sowie aus der Basisschicht herausragende, isolierende Partikel aufweist.

5. Widerstand nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchmesser der isolierenden Partikel (4) größer sind als die Dicke der leitfähigen Schicht, in die die isolierenden Partikel (4) eingebettet sind.

6. Widerstand nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die leitfähige Schicht mittels eines Druckvorgangs unter Verwendung eines leitfähigen Druckmaterials gebildet ist, in dem isolierende Partikel (4) dispergiert sind.

7. Widerstand nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede der beiden Elektrodenstrukturen (a, b) eine leitfähige Schicht und von der Oberfläche der Schicht wegtragende isolierende Partikel (4) aufweist.

8. Widerstand nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Elektrodenstrukturen (a, b) mittels eines Druckvorgangs gleichzeitig auf einer der einander gegenüberliegenden Oberflächen der isolierenden Substrate (1, 2) gebildet sind.

9. Widerstand nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden isolierenden Substrate (1, 2) unter Zwischenanordnung eines Abstandselements (6) zusammenlaminiert sind, so daß die beiden Elektrodenstrukturen (a, b) dem auf Druck ansprechenden Leiter (3) mit einer Beabstandung gegenüberliegen.

10. Widerstand nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß er eine Mehrzahl verteilt angeordneter, auf Druck ansprechender Module (8) aufweist, von denen jeder die beiden Elektrodenstrukturen (a, b) sowie den diesen gegenüberliegenden, auf Druck ansprechenden Leiter (3) aufweist.

11. Auf Druck ansprechender Widerstand mit zwei isolierenden Substraten (1, 2), von denen jedes eine dem anderen Substrat zugewandt gegenüberliegende Oberfläche aufweist und von denen wenigstens eines flexibel ist, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein auf Druck ansprechender Modul (8) vorhanden ist, der ein zwischen den isolierenden Substraten (1, 2) angeordnetes Widerstandselement (12) sowie zwei Elektrodenstrukturen (1, b) aufweist, die auf einer der einander gegenüberliegenden Oberflächen der beiden isolierenden Substrate (1, 2) derart ausgebildet sind, daß sie einander in der Draufsicht nicht überlappen, und daß jede der Elektrodenstrukturen (a, b) eine leitfähige Basisschicht sowie aus der Basisschicht herausragende, isolierende Partikel (4) aufweist.

12. Widerstand nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchmesser der isolierenden Partikel (4) größer sind als die Dicke der leitfähigen Schicht, in die die isolierenden Partikel (4) eingebettet sind.

13. Widerstand nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß jede der leitfähigen Schichten durch einen Druckvorgang unter Verwendung eines leitfähigen Druckmaterials gebildet sind, in dem isolierende Partikel (4) dispergiert sind.

- Leerseite -

FIG. 1

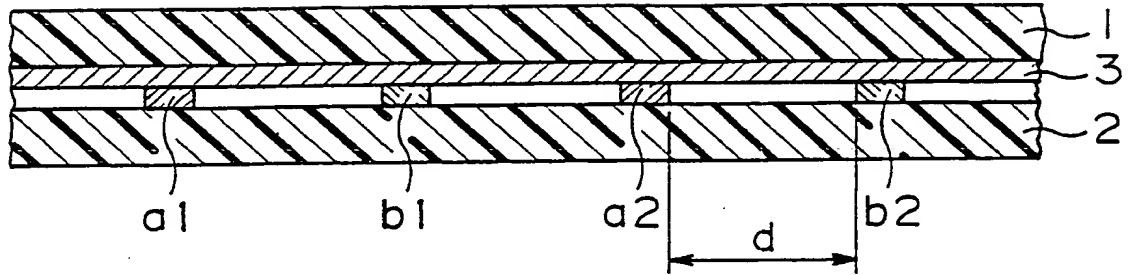


FIG. 2

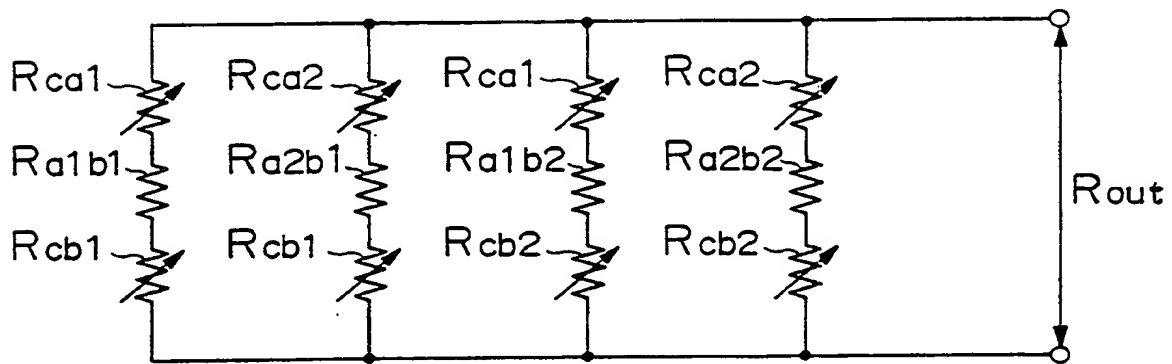


FIG. 3A

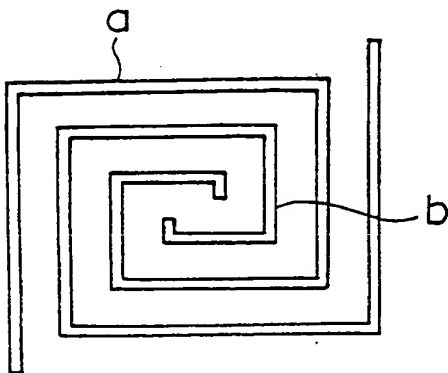


FIG. 3B

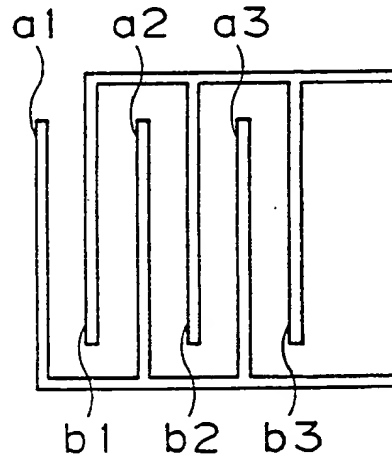


FIG. 4A

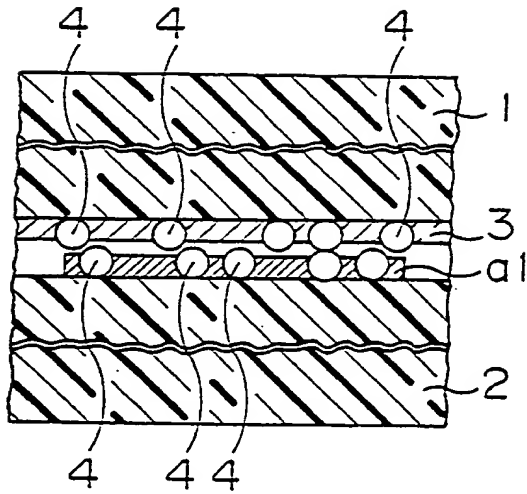


FIG. 4B

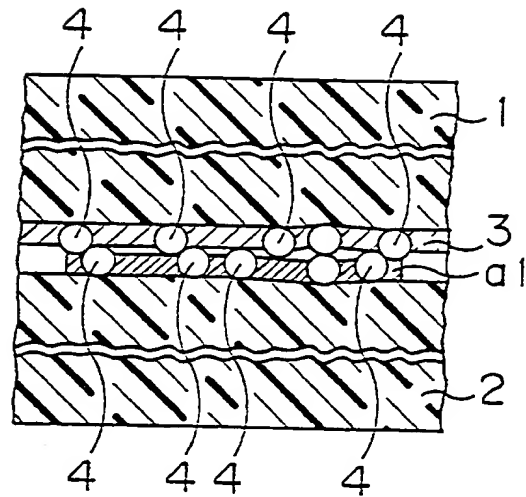


FIG. 4C

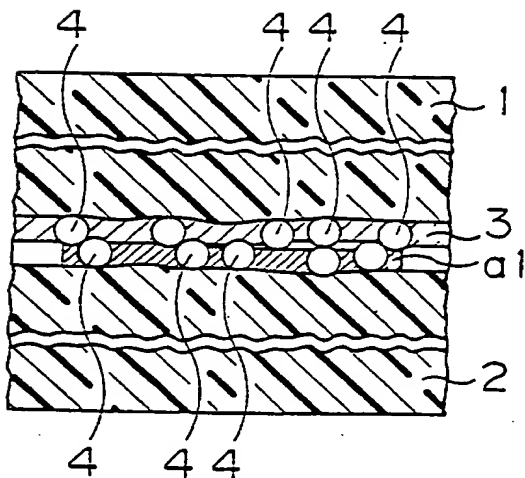


FIG. 4D

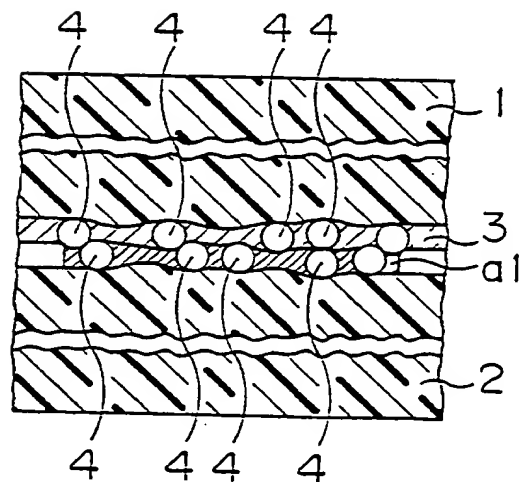


FIG. 5

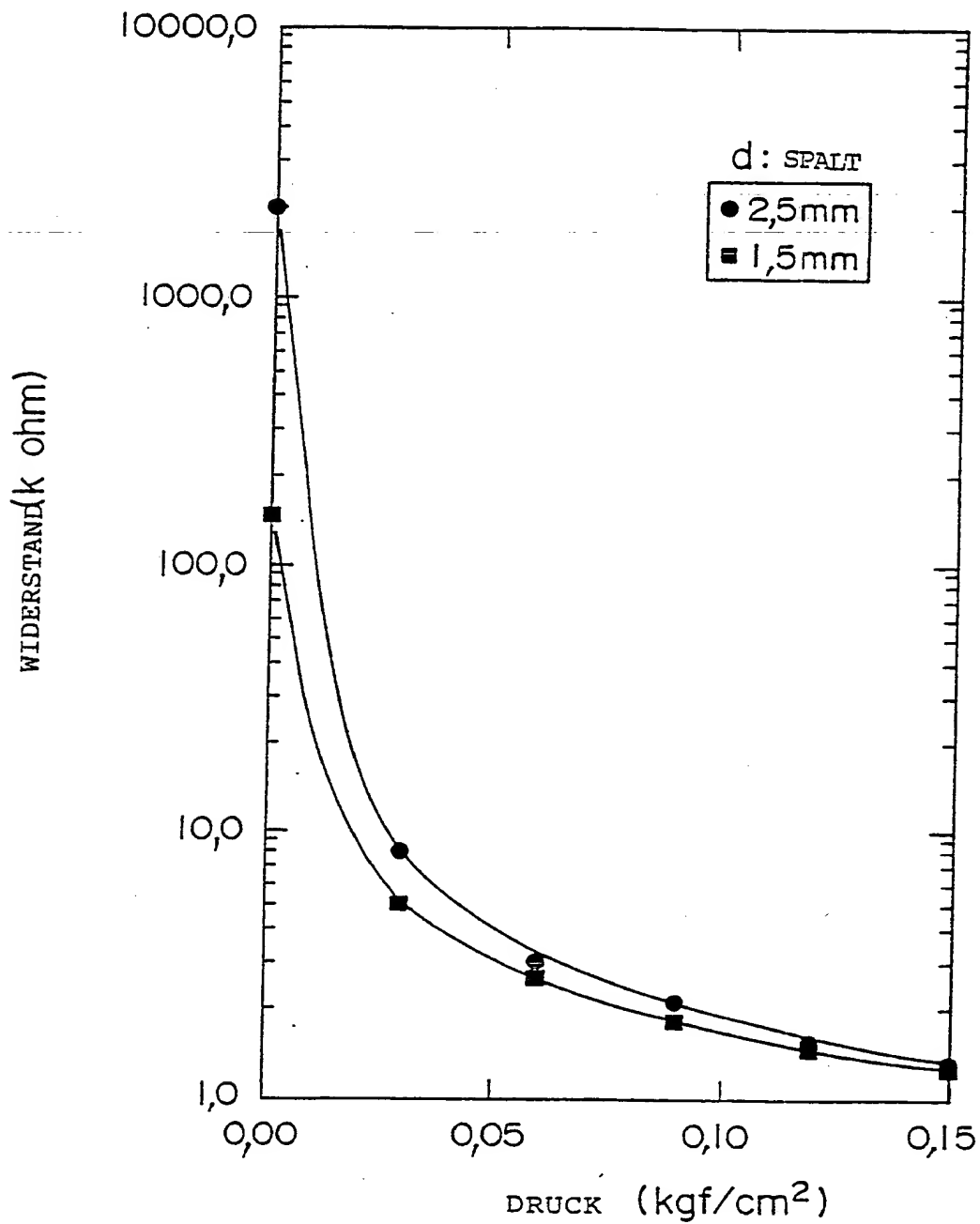


FIG. 6

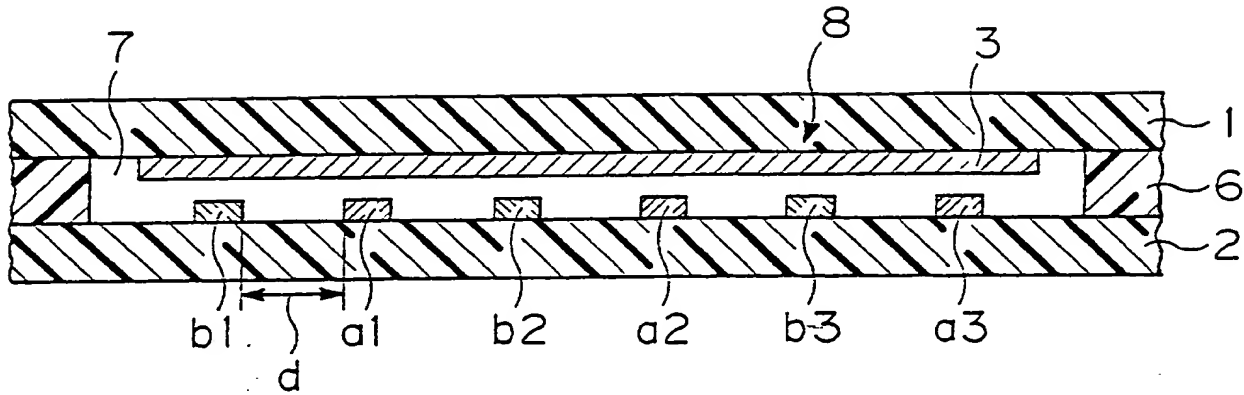


FIG. 7

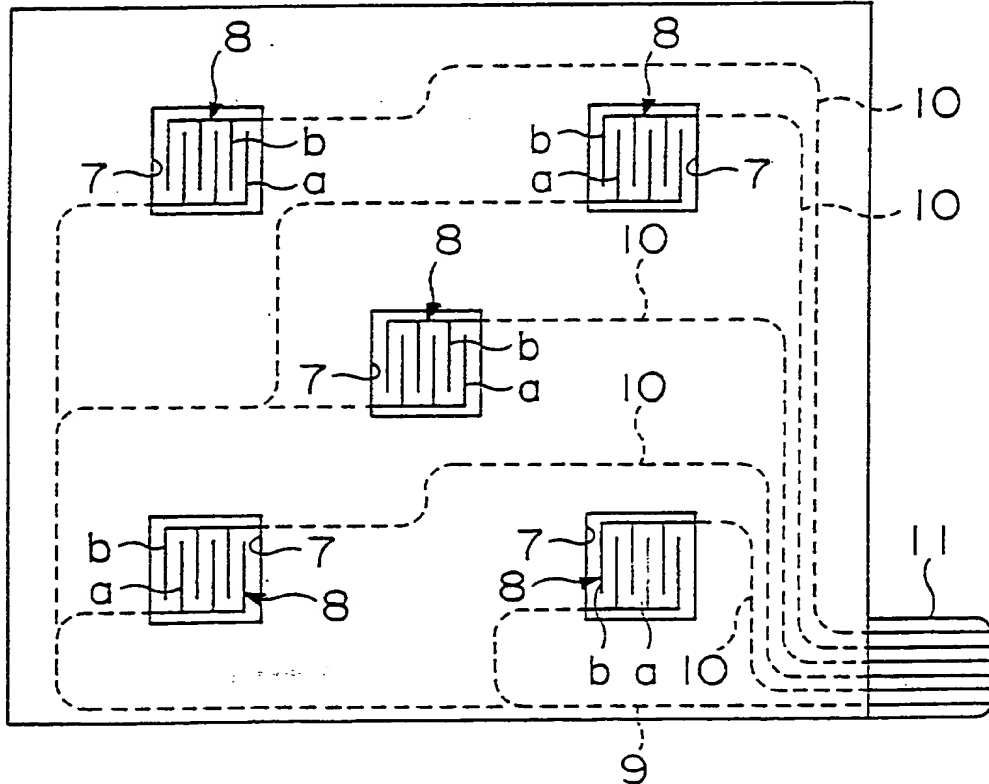


FIG. 10

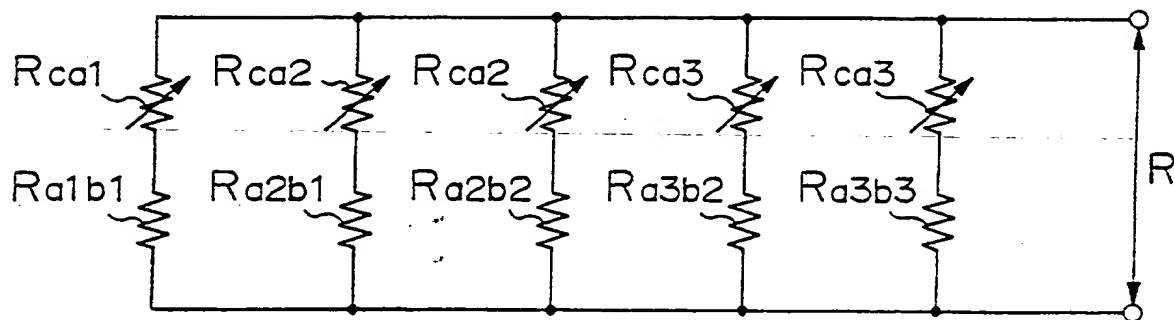


FIG. 11 STAND DER TECHNIK

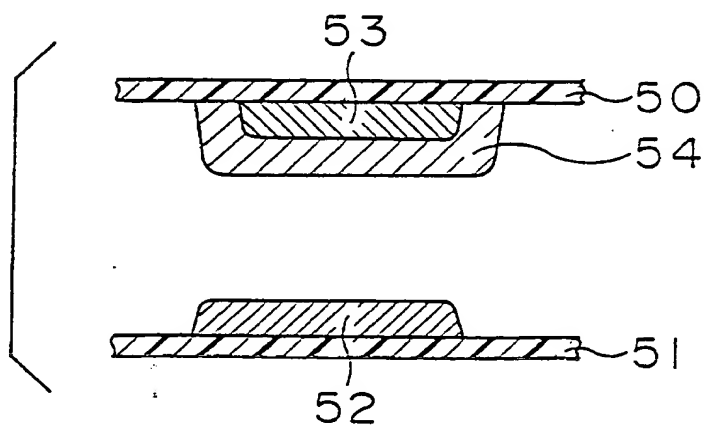


FIG. 8

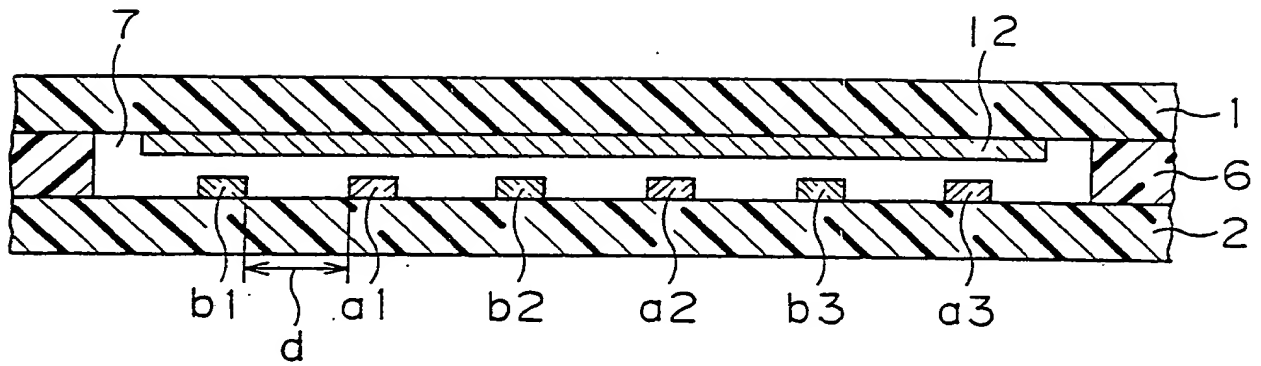


FIG. 9

